



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 41 38 454 C 2

⑤1 Int. Cl. 7:  
F 16 D 59/02  
F 16 D 65/21  
B 60 T 8/18  
B 60 T 8/32

⑦1 Aktenzeichen: P 41 38 454.7-12  
⑦2 Anmeldetag: 22. 11. 1991  
④3 Offenlegungstag: 4. 6. 1992  
④5 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 3. 1. 2002

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

- ③0 Unionspriorität:  
622052 29. 11. 1990 US
- ⑦3 Patentinhaber:  
Crown Equipment Corp., New Bremen, Ohio, US
- ⑦4 Vertreter:  
Weber, D., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Seiffert, K.,  
Dipl.-Phys.; Lieke, W., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.,  
Pat.-Anwälte, 65189 Wiesbaden
- ⑦2 Erfinder:  
Dammeyer, Ned E., New Bremen, Ohio, US;  
Sherman, Nicholas J., Minster, Ohio, US; Thobe,  
Nicholas D., Celina, Ohio, US

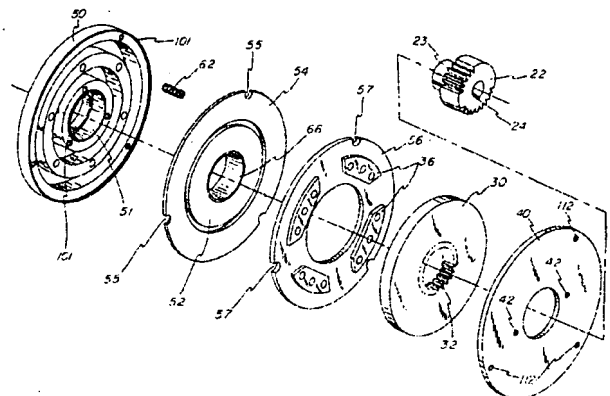
⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE	34 24 595 A1
DE	28 53 801 A1
DE	28 14 200 A1
DE	27 47 465 A1
DE	27 30 168 A1
DE	26 25 990 A1
DE	24 04 473 A1
DE-OS	21 64 542
DE	87 01 790 U1
US	43 00 082
US	27 47 693

⑤4 Dreistufige elektrische Bremse

- ⑤7 Elektrische Bremse mit variabler Bremskraft mit einer drehenden Welle (20), einem Bremsrotor (30), der so montiert ist, daß er sich mit der Welle (20) dreht, einem Gehäuse (64), welches gegen Drehung gesichert ist, Bremsbacken (34, 36), welche an gegenüberliegenden Seiten des Rotors (30) angeordnet sind, um mit dem Rotor (30) in Eingriff zu treten und dessen Drehung zu stoppen, wenn sie daran angelegt werden, Einrichtungen (56, 60, 62), um die Bremsklötze bzw. -backen (34, 36) gegen den Rotor (30) zu drücken, wobei die Bremse weiterhin aufweist: erste und zweite Halterungselemente (40, 56) für die Bremsbacken (34, 36), wobei das erste Halterungselement (40) für die Bremsbacken (34) auf einer Seite des Rotors (30) und das zweite Halterungselement (56) für die Bremsbacken (36) auf der anderen Seite des Rotors (30) angeordnet sind, einen inneren Anker (52), der mit dem zweiten Halterungselement (56) für Bremsbacken (36) zusammenwirkt, mindestens eine Feder (60), welche zwischen dem Gehäuse (64) und dem inneren Anker (52) angeordnet ist, um eine Kraft mit einem ersten Kraftwert gegen den Rotor (30) aufzubringen, einen äußeren Anker (54), der im Abstand zu dem inneren Anker (52) liegt, eine Mehrzahl von Federn (62), welche zwischen dem Gehäuse (64) und dem äußeren Anker (54) liegt, um einen zweiten Kraftwert gegen den Rotor (30) aufzubringen, erste und zweite elektromagnetische Einrichtungen (82, 80), welche an dem Gehäuse (64) montiert sind, so daß sie mit dem äußeren bzw. inneren Anker (54, 52) zusammenwirken, um die Bremsbacken (36) gegen die Kraft der erwähnten Federn (60, 62) von dem Rotor (30) wegzubewegen, und

eine Einrichtung, um wahlweise die erste oder beide elektromagnetische Einrichtungen (82, 80) zu betätigen, um einen ersten Wert einer Bremskraft bereitzustellen, wenn nur die erste elektromagnetische Einrichtung (82) in Freigabestellung ist, und einen weiteren Bremskraftwert bereitzustellen, wenn beide elektromagnetische Einrichtungen in Freigabestellung sind, wobei keine Bremskraft aufgebracht ist, wenn beide elektromagnetische Einrichtungen eingeschaltet bzw. unter Strom gesetzt sind, dadurch gekennzeichnet, daß eine Mehrzahl von Federn (60) vorgesehen ist, welche zwischen dem Gehäuse (64) und dem inneren Anker (52) angeordnet sind, daß der äußere Anker in radialer Richtung außerhalb des inneren Ankers und in radialem Abstand zu diesem liegt, wobei der äußere Anker (54) und der innere Anker ...



DE 41 38 454 C 2

DE 41 38 454 C 2

## Hintergrund der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine elektrische Bremse mit variabler Bremskraft mit einer drehenden Welle, einem Bremsrotor, der so montiert ist, daß er sich mit der Welle dreht, einem Gehäuse, welches gegen Drehung gesichert ist, Bremsbacken, welche an gegenüberliegenden Seiten des Rotors angeordnet sind, um mit dem Rotor in Eingriff zu treten und dessen Drehung zu stoppen, wenn sie daran angelegt werden, Einrichtungen, um die Bremsklötze bzw. -backen gegen den Rotor zu drücken, wobei die Bremse weiterhin aufweist: erste und zweite Halterungselemente für die Bremsbacken, wobei das erste Halterungselement für die Bremsbacken auf einer Seite des Rotors und das zweite Halterungselement für die Bremsbacken auf der anderen Seite des Rotors angeordnet sind, einen inneren Anker, der mit dem zweiten Halterungselement für Bremsbacken zusammenwirkt, mindestens eine Feder, welche zwischen dem Gehäuse und dem inneren Anker angeordnet ist, um eine Kraft mit einem ersten Kraftwert gegen den Rotor aufzubringen, einen äußeren Anker, der im Abstand zu dem inneren Anker liegt, eine Mehrzahl von Federn, welche zwischen dem Gehäuse und dem äußeren Anker liegt, um einen zweiten Kraftwert gegen den Rotor aufzubringen, erste und zweite elektromagnetische Einrichtungen, welche an dem Gehäuse montiert sind, so daß sie mit dem äußeren bzw. inneren Anker zusammenwirken, um die Bremsbacken gegen die Kraft der erwähnten Federn von dem Rotor wegzubewegen, und eine Einrichtung, um wahlweise die erste oder beide elektromagnetischen Einrichtungen zu betätigen, um einen ersten Wert einer Bremskraft bereitzustellen, wenn nur die erste elektromagnetische Einrichtung in Freigabestellung ist, und einen weiteren Bremskraftwert bereitzustellen, wenn beide elektromagnetischen Einrichtungen in Freigabestellung sind, wobei keine Bremskraft aufgebracht ist, wenn beide elektromagnetischen Einrichtungen eingeschaltet bzw. unter Strom gesetzt sind.

[0002] Eine elektrische Bremse mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruches 1, wie sie auch oben wiedergegeben sind, ist aus der DE 28 14 200 A1 bekannt. Bei dieser Bremse besteht allerdings ein Nachteil darin, daß die beiden durch Elektromagnete prinzipiell unabhängig betätigbaren Anker dennoch nicht unabhängig auf die Bremsbeläge einwirken können. Die Anker sind nämlich derart angeordnet, daß der innere Anker axial gegenüber dem äußeren Anker versetzt ist und über eine Hülse, die einerseits am inneren Anker und andererseits am äußeren Anker angreifen kann, lediglich die Bremskraft, die durch die Federn, welche unmittelbar auf den äußeren Anker wirken, ausgeübte Bremskraft zusätzlich verstärken. Wird jedoch der äußere Anker durch Betätigung des zugehörigen Elektromagneten herangezogen, so wird dieser Anker, der gleichzeitig als Druckplatte ausgebildet ist, außer Eingriff mit den Bremsbelägen gebracht, und zwar unabhängig davon, ob auch der innere Anker durch einen Elektromagneten angezogen oder freigegeben ist.

[0003] Dies führt dazu, daß mit der bekannten Bremse prinzipiell nur zwei verschiedene Bremswerte einstellbar sind.

[0004] Aus der DE 34 24 595 A1 ist eine elektromagnetische Bremse bekannt, bei welcher Elektromagneten über mehrere Sektoren, insbesondere sechs Sektoren entlang des Umfangs einer Brems Scheibe, verteilt sind und individuell auf entsprechend sektoriell aufgeteilte Bremsbeläge wirken können. Dies ermöglicht zwar eine Einstellung der Bremskraft mit mehr als zwei verschiedenen Bremskraftwerten,

führt jedoch zu ungleichmäßigen Belastungen und ungleichmäßigem Verschleiß.

[0005] In der DE 87 01 790 U1 wird eine Bremse beschrieben, die der letztgenannten sehr ähnlich ist, jedoch einen gemeinsamen Bremsring für alle Beläge aufweist, wobei mehrere Elektromagnete entlang des Ringes angeordnet sind, die diesen an den Bremsrotor bzw. -beläge andrücken sollen. Auch dabei kann man jedoch eine ungleichmäßige Verteilung der Bremskraft entlang des Umfangs der Bremse und damit auch einen unterschiedlichen Verschleiß nicht vermeiden.

[0006] In der DE 24 04 473 A1 und der DE 27 30 168 A1 werden mehrstufige elektromagnetische Bremsen beschrieben, die ringförmige, voneinander getrennte Anker aufweisen, welche individuell von Federn beaufschlagt werden. Diese Anker werden jedoch durch einen einzigen Elektromagneten betätigt, und lediglich durch unterschiedliche Stromstärken und damit Magnetkräfte sollen die Anker angezogen werden. Da jedoch die magnetische Anziehungskraft der Elektromagnete sehr stark von dem Abstand der Anker zu dem Elektromagneten abhängt, erlauben diese Einrichtungen nur eine sehr unzulänglich Steuerung der Bremskraft, da der Strom zum Lösen der Anker sehr stark abgesenkt werden muß, umgekehrt jedoch der Strom sehr hoch sein muß, bevor auch nur der schwächer vorgespannte Anker angezogen wird.

[0007] Gegenüber diesem Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine mehrstufige elektromagnetische Federdruckbremse bereitzustellen, die ein exakt definiertes und schnelles Einstellen mindestens drei verschiedener Bremskraftwerte ermöglicht und die dennoch einen geringen axialen Platzbedarf hat.

[0008] Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß bei der eingangs genannten Bremse zusätzlich die Merkmale vorgesehen sind, daß eine Mehrzahl von Federn vorgesehen ist, welche zwischen dem Gehäuse und dem inneren Anker angeordnet sind, daß der äußere Anker in radialer Richtung außerhalb des inneren Ankers und in radialem Abstand zu diesem liegt, wobei der äußere Anker und der innere Anker unabhängig voneinander mit dem zweiten Halterungselement für die Bremsbacken zusammenwirken, so daß ein dritter Bremskraftwert bereitgestellt wird, wenn nur die zweite elektromagnetische Einrichtung in Freigabestellung ist.

[0009] Die vorliegende Erfindung bezieht sich demnach auf eine elektrische Bremse mit variabler Bremskraft für Transportfahrzeuge (vor allem für das innerbetriebliche Transportwesen), wie z. B. Gabelstapler, und insbesondere auf eine elektrische Bremse, bei welcher die Bremskraft unter Ansprechen auf die Höhe der Last bzw. Beladung (die ihrerseits die Geschwindigkeit des Fahrzeugs regelt) und in Abhängigkeit vom Lenkwinkel des Fahrzeugs geregelt bzw. gesteuert werden kann.

[0010] Die elektrische Bremse gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet zwei Sätze von radial beabstandeten Federn, um Bremsbeläge bzw. -backen gegen einen Rotor zu drücken. Der erste Satz von Federn stellt ein erstes Niveau der Bremskraft bereit, typischerweise ein Drittel der Gesamtbremskraft. Der zweite Satz von Federn stellt einen zweiten Wert der Bremskraft bereit, typischerweise zwei Drittel der Gesamtbremskraft. Ein Paar von Elektromagneten wirken auf Einbauten, die zwischen den Federn und den Bremsbacken angeordnet sind, um zu ermöglichen, daß entweder der erste Satz von Federn allein die Bremskraft bereitstellt, oder daß der zweite Satz von Federn allein oder beide Sätze zusammen die Bremskraft bereitstellen. Die Auswahl der Elektromagneten findet statt über einen Steuerungsschaltkreis entsprechend der gewünschten Bremskraft.

[0011] Zunächst ist der Strom durch die elektromagneti-

schen Elemente stark, um sicherzustellen, daß der zugehörige Einbau bzw. Anker in Richtung des Elektromagneten gezogen wird, und später wird der elektrische Strom reduziert, um die Erwärmung und den Energiebedarf zu minimieren.

[0012] Der Platz oder die Lücke zwischen den Elektromagneten und den Ankern kann in einer Ausführungsform festgestellt werden durch Überprüfen eines Kolbens, dessen Ende sich durch das äußere Gehäuse der Bremse hindurch erstreckt. Die Lücke wird eingestellt über einen Satz von Stellschrauben, welche um den Umfang des Bremsengehäuses herum angeordnet sind.

[0013] Daher ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte elektrische Bremse bereitzustellen, die die aufgebrachte Bremskraft in drei Abstufungen variieren kann. Weiterhin ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte elektrische Bremse bereitzustellen, bei welcher zwei Sätze von Federn verwendet werden, um eine Bremskraft auf einen Rotor aufzubringen und wobei zwei Sätze von Elektromagneten verwendet werden, um wahlweise die Kraft der Federn zu übertreffen bzw. aufzuheben.

[0014] Schließlich soll mit der vorliegenden Erfindung eine elektrische Bremse mit variabler Bremskraft für die Anbringung an einer rotierenden Welle bereitgestellt werden, wobei die Bremse einen Bremsenrotor aufweist, der so gehalten ist, daß er sich mit der Welle dreht, ein Gehäuse aufweist, das gegen Drehung gesichert befestigt ist, Bremsklötze oder -backen aufweist, die mit dem Gehäuse verknüpft bzw. diesen zugeordnet und an gegenüberliegenden Seiten des Rotors angeordnet sind, um mit dem Rotor in Eingriff zu treten und dessen Drehung zu stoppen, wenn sie daran angelegt werden, eine Einrichtung aufweist, um die Bremsbacken gegen den Rotor zu pressen und eine Einrichtung aufweist, um die Bremse zu steuern bzw. zu regeln, wobei die Anpreßeinrichtung innere und äußere Beschläge bzw. Anker aufweist, die mit den Halterungselementen für die Bremsbacken zusammenwirken, eine erste Mehrzahl von Federn zwischen dem Gehäuse und dem inneren Beschlag bzw. Anker angeordnet ist, um einen ersten Wert einer Kraft auf den Rotor aufzubringen, eine zweite Mehrzahl von Federn zwischen dem Gehäuse und dem äußeren Beschlag bzw. Anker angebracht ist, um einen zweiten Kraftwert an dem Rotor aufzubringen, und wobei die Einrichtung zum Steuern der Bremse erste und zweite elektromagnetische Einrichtungen aufweist, die an dem Gehäuse montiert sind, um mit dem inneren bzw. äußeren Anker oder Beschlag zusammenzuwirken, um die Bremsbacken gegen die Kraft der Federn von dem Rotor wegzubewegen, und eine Einrichtung aufweist, um wahlweise die ersten und zweiten elektromagnetischen Einrichtungen zu betätigen, um einen ersten Wert einer Bremskraft bereitzustellen, wenn die erste elektromagnetische Einrichtung freigegeben wird, einen zweiten Wert der Bremskraft bereitzustellen, wenn die zweite elektromagnetische Einrichtung freigegeben wird, und einen dritten Wert der Bremskraft bereitzustellen, wenn beide elektromagnetischen Einrichtungen freigegeben sind, und wobei keine Bremskraft aufgebracht wird, wenn beide elektromagnetischen Einrichtungen eingeschaltet sind bzw. unter Strom stehen.

[0015] Es ist ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung, eine elektrische Bremse bereitzustellen, bei welcher die Lücke zwischen den Elektromagneten und dem Anker bzw. Beschlag einfach durch Untersuchung eines Kolbens festgestellt werden kann, der sich durch das Bremsengehäuse erstreckt, und wobei eine einfache Einstellung dieser Lücke bewerkstelligt wird durch Einstellen von Schrauben am Umfang des Bremsengehäuses.

[0016] Andere Ziele und Vorteile der Erfindung werden

offensichtlich aus der folgenden Beschreibung, den zugehörigen Zeichnungen und den vorstehenden Ansprüchen.

#### Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0017] Fig. 1 ist eine perspektivische Explosionsdarstellung einer Bremse, die gemäß der vorliegenden Erfindung aufgebaut ist,

[0018] Fig. 2 ist eine ebene Draufsicht auf die Bremse,

[0019] Fig. 3 ist eine Querschnittsansicht entsprechend einem Schnitt entlang der Linie 3-3 in Fig. 2,

[0020] Fig. 4a und 4b sind genaue Darstellungen eines Steg- bzw. Rippenaufbaues, um einen minimalen Spalt zwischen einem Anker und einem Elektromagneten aufrechtzuerhalten,

[0021] Fig. 5 ist eine genaue Ansicht eines Kolbenaufbaues, welcher verwendet wird, um festzustellen, ob der Luftspalt in dem Bremsenaufbau eine Einstellung erfordert, und

[0022] Fig. 6 ist ein elektrisches Blockdiagramm, welches einen Steuerschaltkreis für den Betrieb der vorliegenden Erfindung zeigt.

#### Beschreibung der bevorzugten Ausführungsform

[0023] Es wird nun auf die Zeichnungen Bezug genommen, die eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung darstellen, und zunächst besonders auf die Fig. 1 und 2, wo eine elektrische Bremse allgemein mit 10 bezeichnet ist und ein festes bzw. fixiertes Gehäuse 15 aufweist, in welches hinein sich eine sich drehende bzw. drehbare Welle 20 erstreckt. Ein Ende der Welle 20 erstreckt sich in eine Keilnabe 22, die mit Keilen 23 und einer Keilnut 24 versehen ist, in welche ein (nicht dargestellter) Keil eingefügt werden kann, um die Nabe 22 mit der Welle 20 zu verriegeln und um zu verhindern, daß eine Relativdrehung zwischen diesen stattfindet.

[0024] Ein Bremsenrotor bzw. eine Bremsscheibe 30 ist mit einer mit Keilen versehenen zentralen Öffnung für die Montage auf der Nabe 22 versehen. Der Rotor bzw. die Scheibe ist in axialer Richtung bezüglich der Nabe und der Welle bewegbar, jedoch aufgrund der Wirkung der Verkeilung 32 nicht in Drehrichtung.

[0025] Ein Paar von ringförmigen Bremsklotzelementen bzw. Bremsbackenelementen 34 und 36 sind an gegenüberliegenden Seiten des Rotors 30 angeordnet, um mit der Welle in Eingriff zu treten und deren Drehung zu stoppen, wenn sie daran angelegt werden. Die Bremsklotzelemente 34 und 36 sind konventionelle Scheibenbremsbeläge, die jeweils vier Belagabschnitte aufweisen.

[0026] Das Gehäuse 15 umfaßt eine Befestigungsplatte 40, auf welcher die Bremsklotzelemente 34 befestigt werden, typischerweise durch Nieten. Öffnungen 42 sind in der Befestigungsplatte 40 vorgesehen, um Bolzen zu montieren, um das Gehäuse an dem Rahmen des Fahrzeuges sicher zu befestigen. Das Gehäuse weist auch ein Spulenkörperteil 50 auf, das mit einer zentralen Öffnung 51, einem inneren Ankerteil oder Ring 52, einem äußeren Ankerring 54, welcher in radialer Richtung von dem inneren Ankerring beabstandet ist, einer Druckplatte 56 für die Bremsbeläge, einem ersten oder inneren Satz von Federn 60, einem zweiten oder äußeren Satz von Federn 62, einem Federgeghalter 64 und einer Stellschraube 68 versehen ist.

[0027] Die Druckplatte 56 für die Bremsbeläge ist eine nicht magnetische ringförmige Platte, an welcher die Bremsbackenelemente 36 durch Nieten befestigt sind. Ein Paar von ringförmigen Ankerringen 52 und 54 ist zwischen der Druckplatte 56 und dem Spulenkörper 50 angeordnet.

Diese Ankerringe sind aus einem magnetischen Material, wie z. B. aus Weicheisen hergestellt. Der innere Ankerring 52 ist mit einer nicht magnetischen Hülse 66 versehen, die in seine zentrale Öffnung mit Preßsitz eingepaßt ist und die sich in die zentrale Öffnung 51 des Körperteiles 50 erstreckt. Diese Hülse zentriert den Ring 52 relativ zu dem Körperteil.

[0028] Der äußere Ankerring 54 weist Aussparungen 55 auf, und die Druckplatte 56 weist Aussparungen 57 auf, die mit Abstandshaltern 100 zusammenwirken, um den Ring 54 zu zentrieren und um zu verhindern, daß die Platte 56 sich dreht. Sowohl die Platte 56 als auch die Hülse 66 sind nicht magnetisch, um sicherzustellen, daß die elektromagnetischen Einrichtungen 80 und 82 unabhängig auf die Ankerringe 52 und 54 wirken.

[0029] Die Bremsbelagelemente 36 werden mit Hilfe zweier Sätze von Federn 60 und 62, welche zwischen der Federhalterung 64 und den Ankerringen 52 und 54 wirken, gegen den Rotor 30 gedrückt. Die Kraft der Federn bewirkt auch, daß der Rotor 30 auf dem Keil 32 und zu dem Bremsbelag bzw. Bremsklotz 34 hin gleitet. Der Rotor bzw. die Scheibe 30 wird also wirksam zwischen den Bremsbelägen bzw. Bremsbacken 34 und 36 eingeklemmt aufgrund der Wirkung der Federn 60 und 62.

[0030] Die Federhalterung 64 weist eine innere Nabe 70 auf, die in eine Gewindeöffnung 72 im Zentrum des Körperteiles 50 eingeschraubt ist. Die axiale Position der Halterung bzw. des Federgegenhalters 64 regelt den von den Federn auf die Druckplatte 56 ausgeübten Druck und regelt damit auch das Bremsmoment. Die Feststellschraube 68 verriegelt bzw. sichert den Federgeghalter 64 gegen eine Drehung, sobald die Federn 60 und 62 eingesetzt und der Federdruck eingestellt ist.

[0031] Der erste Satz von Federn 60 wirkt daher zwischen dem Federgeghalter 64 des Gehäuses 15 und dem inneren Ankerring 52, um einen ersten Kraftwert gegen die Scheibe 30 aufzubringen. in der bevorzugten Ausführungsform werden drei gleichmäßig beabstandete Federn verwendet. Der zweite Satz von Federn 62, in der bevorzugten Ausführungsform sechs Stück, wirkt zwischen dem Gegenhalter 64 und dem äußeren Ankerring 54, um einen zweiten Kraftwert gegen die Scheibe 30 aufzubringen. Die dargestellten Federn sind Schraubenfedern mit einer Federkonstanten von 55 lbs/in (ca. 8 kP/cm) und werden in elf Windungen aus rostfreiem Stahl gebildet. Wahlweise können auch andere Arten von Federn verwendet werden, wie z. B. Federscheiben bzw. Federringe.

[0032] Die Anker 52 und 54 wirken dem Druck der Federn 60 und 62 entgegen und nehmen daher den Druck weg, welchen die Bremsbacken bzw. Bremsbeläge auf die Scheibe 30 weg, aufgrund der Wirkung der ersten und zweiten elektromagnetischen Einrichtungen 80 bzw. 82, welche an dem Gehäuse 15 gehaltert bzw. montiert sind, und insbesondere an dem Spulenkörperteil 50.

[0033] Eine Schaltkreiseinrichtung ist vorgesehen für das wahlweise Betätigen der ersten und zweiten elektromagnetischen Einrichtungen. Wenn beide Elektromagneten 80 und 82 eingeschaltet bzw. unter Strom gesetzt sind, werden beide Ankerringe 52 und 54 in Richtung der Elektromagnete gezogen und ziehen damit die Druckplatte 52 und den Bremsbelag 36 weg von der Scheibe 30, so daß keine Bremskraft auf den Rotor bzw. die Scheibe aufgebracht wird, wenn beide Elektromagnete eingeschaltet sind.

[0034] Wenn nur der äußere Elektromagnet 82 eingeschaltet ist, wird ein erster Wert einer Bremskraft durch die Federn 60 bereitgestellt, da die Kraft, welche von den Federn 62 aufgebracht wird, durch die Zusammenwirkung zwischen dem Elektromagneten 82 und dem äußeren Ankerring 54 aufgehoben bzw. neutralisiert wird. Wenn nur der innere

Elektromagnet 80 eingeschaltet ist, wird ein zweiter Wert einer Bremskraft bereitgestellt durch die Federn 62, da die von den Federn 60 bereitgestellte Kraft durch die Wirkung des Ankerrings 52 neutralisiert bzw. aufgehoben wird. In der beschriebenen Ausführungsform wird ein Drittel der Bremskraft auf die Scheibe 30 durch die Wirkung der inneren Federn 60 bereitgestellt, und zwei Drittel werden durch die Federn 62 bereitgestellt. Damit kann die Bremskraft in drei Stufen geregelt werden: durch die Federn 60 allein, um ein Drittel der Bremskraft bereitzustellen, durch die Federn 62 allein, um zwei Drittel der Bremskraft bereitzustellen, und durch die Federn 60 und 62 gemeinsam, um die Gesamtbremskraft bereitzustellen.

[0035] Ein Luftspalt 90 muß um nicht mehr als einen festgelegten Wert zwischen den Ankerringen 52, 54 und der Innenfläche des Spulenkörperteiles 50 aufrechterhalten werden, damit die Elektromagneten ordnungsgemäß funktionieren. Der Luftspalt beträgt vorzugsweise  $0,012 \pm 0,006$  Zoll (ca.  $0,03 \pm 0,015$  cm). Ein festgesetzter Luftspalt wird sich selbstverständlich vergrößern, wenn die Bremsen benutzt werden, da die Beläge 34 und 36 verschleifen und der Luftspalt 90 wird eventuell für die Elektromagneten zu groß, um die Ankerringe 52 und 54 noch heranzuziehen. Gemäß der vorliegenden Erfindung wird der Luftspalt festgelegt und kann routinemäßig mit Hilfe von drei gleichmäßig beabstandeten, einstellbaren Abstandsstücken 100 eingestellt werden, welche das Spulenkörperteil 50 von der Befestigungsplatte 40 beabstandet halten.

[0036] Ein minimaler Luftspalt von näherungsweise  $0,004$  Zoll ( $0,01$  cm) wird auch zwischen dem Spulenkörperteil 50 und den Ankerringen 52, 54 aufrechterhalten. Stege 101, die an der Fläche bzw. Stirnseite des Spulenkörperteiles ausgebildet sind, stellen diesen Minimalspalt bereit, indem sie den Hauptteil des Ankers von dem Spulenkörperteil abhalten, wie in der genauen Ansicht der Fig. 4a und 4b dargestellt ist.

[0037] Wahlweise können die Stege oder Rippen auch auf der dem Spulenkörperteil zugewandten Fläche der Ankerringe ausgebildet sein. Dieser minimale Luftspalt verringert die Magnetsättigung und verbessert die Freigabezeit der Anker, wenn die Stromzufuhr zu den Spulen bzw. der Strom durch die Spulen unterbrochen wird.

[0038] Jeder Abstandhalter 100 weist eine hohle Hülse 102 auf, die ein Außengewinde an einem Ende 104 und eine hexagonale äußere Oberfläche am anderen Ende 106 aufweist, welche so ausgelegt ist, daß sie einen Stellschlüssel aufnimmt. Die Außengewinde 104 werden in einer Gewindeöffnung 108 in dem äußeren Körperteil 50 aufgenommen und damit kann der Abstand zwischen dem Ende 106, welches an das Befestigungsteil 40 anschlägt und dem Spulenkörperteil allein durch Drehen der Hülse 102 eingestellt werden. Ein Bolzen 110 erstreckt sich durch die Hülse 102 und in eine Gewindeöffnung 112 in der Befestigungsplatte 40. Der Kopf 114 des Bolzens paßt über das Gewindeende 104 der Hülse, um die Hülse und das Körperteil an ihrem Platz zu sichern. Um den Spalt bzw. die Lücke 90 einzustellen, wird zunächst der Bolzen 110 gelockert, die Hülse 102 wird gedreht, bis ein angemessener Spalt eingestellt ist und dann wird der Bolzen wieder festgezogen. Es versteht sich, daß der Bolzen, da die Schulter des Bolzens 110 am Ende der Hülse 102 angreift, sich immer um denselben Betrag in die Gewindeöffnung 112 hinein erstreckt, unabhängig von der Position des Spulenkörperteiles relativ zu der Befestigungsplatte 40. Der Abstand bzw. die Breite des Spaltes 90 wird einfach bestimmt mit Hilfe einer Fühllehre.

[0039] Eine andere Ausführungsform ist in Fig. 5 dargestellt. Bei dieser Ausführungsform kann der Spalt mit Hilfe von Kolben 120 festgestellt werden, die jedem der einstellbaren Abstandsstücke zugeordnet sind. Jeder Kolben weist

ein Teil 122 auf, welches durch eine Feder 124 gegen den Ankerring 54 gedrückt wird. Ein Teil 126 mit kleinerem Durchmesser erstreckt sich durch eine Öffnung 128 in dem Spulenkörperteil 50 und das Ende desselben ist so ausgelegt, daß es sich aus der Fläche oder äußeren Oberfläche des Teiles 50 um etwa 0,05 Zoll (0,12 cm) heraus erstreckt, wenn der Luftspalt 90 das richtige Maß hat. Wenn das Ende des Kolbens bündig mit der Fläche des Teiles 50 ist oder innerhalb desselben liegt, dann muß der Luftspalt 90 eingestellt bzw. nachgestellt werden. Die Einstellung erfolgt einfach mit Hilfe eines 7/16-20-Gewindes an der Halse 102, welches pro Drehung eine Steigung von 0,05 Zoll (0,12 cm) bereitstellt.

[0040] Der Schaltkreis gemäß Fig. 6 ist ein vereinfachtes elektrisches Blockdiagramm eines Bremsensteuerschaltkreises. Bremssteuersignale auf den Leitungen 130 und 131 werden einem logischen Schaltkreis 135 zugeführt. Um die Bremsen zu lösen, werden beide Spulen 80 und 82 unter Strom gesetzt und dies wird bewerkstelligt dadurch, daß die gesamte Batteriespannung des Fahrzeuges, typischerweise 24 Volt Gleichstrom, von der Stromquelle 140 angelegt wird. Dies stellt sicher, daß eine maximale Anstrengung bzw. das maximal Mögliche getan wird, um den zugehörigen Ankerring heranzuziehen. Wenn jedoch der Ankerring in Eingriff mit dem Spulenkörperteil herangezogen ist, ist es nicht notwendig, die Energieversorgung der Spule auf diesem Wert zu halten bzw. fortzusetzen, und die Spannung kann um näherungsweise 3/4 oder auf 6 Volt kontinuierliche Gleichspannung reduziert werden, mit einer entsprechenden Reduzierung der erforderlichen Energie, um diesen Teil der Bremse frei bzw. gelöst zu halten und damit einen kühleren Bremsenbetrieb insgesamt zu behalten. Typischerweise kann die Reduzierung des Spannungsniveaus etwa eine halbe Sekunde nachdem die Maximalspannung angelegt wurde, durchgeführt werden. Der Zeitgeber 150 und der Umlegeschaltkreis 155 bewirken daher, daß der Strom durch die Spulen 80, 82 nach der angemessenen Verzögerung durch die Strombegrenzungswiderstände 160, 162 umgeleitet wird.

[0041] Während die Form des hier beschriebenen Gerätes eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung darstellt, versteht es sich, daß die Erfindung nicht auf diese genaue Ausführungsform des Gerätes beschränkt ist und daß Veränderungen daran durchgeführt werden können, ohne vom Rahmen bzw. Schutzzumfang der Erfindung abzuweichen, der durch die vorstehenden Ansprüche definiert ist.

#### Patentansprüche

1. Elektrische Bremse mit variabler Bremskraft mit einer drehenden Welle (20), einem Bremsrotor (30), der so montiert ist, daß er sich mit der Welle (20) dreht, einem Gehäuse (64), welches gegen Drehung gesichert ist, Bremsbacken (34, 36), welche an gegenüberliegenden Seiten des Rotors (30) angeordnet sind, um mit dem Rotor (30) in Eingriff zu treten und dessen Drehung zu stoppen, wenn sie daran angelegt werden, Einrichtungen (56, 60, 62), um die Bremsklötze bzw. -backen (34, 36) gegen den Rotor (30) zu drücken, wobei die Bremse weiterhin aufweist: erste und zweite Halterungselemente (40, 56) für die Bremsbacken (34, 36), wobei das erste Halterungselement (40) für die Bremsbacken (34) auf einer Seite des Rotors (30) und das zweite Halterungselement (56) für die Bremsbacken (36) auf der anderen Seite des Rotors (30) angeordnet sind,

einen inneren Anker (52), der mit dem zweiten Halterungselement (56) für Bremsbacken (36) zusammenwirkt, mindestens eine Feder (60), welche zwischen dem Gehäuse (64) und dem inneren Anker (52) angeordnet ist, um eine Kraft mit einem ersten Kraftwert gegen den Rotor (30) aufzubringen, einen äußeren Anker (54), der im Abstand zu dem inneren Anker (52) liegt, eine Mehrzahl von Federn (62), welche zwischen dem Gehäuse und dem äußeren Anker (54) liegt, um einen zweiten Kraftwert gegen den Rotor (30) aufzubringen, erste und zweite elektromagnetische Einrichtungen (82, 80), welche an dem Gehäuse (64) montiert sind, so daß sie mit dem äußeren bzw. inneren Anker (54, 52) zusammenwirken, um die Bremsbacken (36) gegen die Kraft der erwähnten Federn (60, 62) von dem Rotor (30) wegzubewegen, und eine Einrichtung, um wahlweise die erste oder beide elektromagnetische Einrichtungen (82, 80) zu betätigen, um einen ersten Wert einer Bremskraft bereitzustellen, wenn nur die erste elektromagnetische Einrichtung (82) in Freigabestellung ist, und einen weiteren Bremskraftwert bereitzustellen, wenn beide elektromagnetische Einrichtungen in Freigabestellung sind, wobei keine Bremskraft aufgebracht ist, wenn beide elektromagnetische Einrichtungen eingeschaltet bzw. unter Strom gesetzt sind,

#### **dadurch gekennzeichnet,**

daß eine Mehrzahl von Federn (60) vorgesehen ist, welche zwischen dem Gehäuse (64) und dem inneren Anker (52) angeordnet sind, daß der äußere Anker in radialer Richtung außerhalb des inneren Ankers und in radialem Abstand zu diesem liegt, wobei der äußere Anker (54) und der innere Anker (52) unabhängig voneinander mit dem zweiten Halterungselement (56) für die Bremsbacken (36) zusammenwirken, so daß ein dritter Bremskraftwert bereitgestellt wird, wenn nur die zweite elektromagnetische Einrichtung (80) in Freigabestellung ist.

2. Bremse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sie weiterhin eine Einrichtung aufweist, um jeder der elektromagnetischen Einrichtungen einen elektrischen Strom auf einem ersten Niveau während einer ersten vorbestimmten Zeitdauer zuzuführen, um eine Maximalkraft bereitzustellen, um seinen entsprechenden Elektromagneten bzw. Anker (52, 54) heranzuziehen, und um danach den elektrischen Strom auf ein zweites Niveau zu reduzieren, das ausreichend ist, um den Anker (52, 54) in Kontakt mit dem Spulenkörper (50) zu halten.

3. Bremse nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (64) eine Befestigungsplatte (56) aufweist, die gegen eine Drehung gesichert werden kann, sowie ein Spulenkörperteil aufweist, um die Elektromagneten (80, 82) aufzunehmen.

4. Bremse nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß sie weiterhin eine Mehrzahl von Einrichtungen (100) zum Einstellen der Lücke (90) zwischen den Ankern (52, 54) und den Elektromagneten (80, 82) aufweist, wobei jede Einstelleinrichtung einen Bolzen (110) aufweist, dessen eines Ende in die Befestigungsplatte (40) eingeschraubt ist, eine Hülse (102) aufweist, welche den Bolzen umgibt und deren eines Ende an der Befestigungsplatte angreift und deren anderes Ende mit einem Außengewinde versehen ist für den Eingriff mit einem passenden Gewinde in

dem Spulenkörperteil, so daß dadurch ein einstellbarer Abstand zwischen dem Spulenkörperteil und der Befestigungsplatte bereitgestellt wird, und wobei das Schulterteil (114) des Bolzens (110) am Ende des Gewindepertes der Hülse angreift.

5 5. Bremse nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß sie weiterhin eine Einrichtung zum Festlegen der Lücke bzw. des Spaltes (90) zwischen den Elektromagneten (80, 82) und den Ankern (52, 54) aufweist, einschließlich einer Einrichtung, die eine Öffnung in dem Spulenkörperteil bildet bzw. aufweist, sowie einschließlich eines Kolbens, der mit einem Ende in Kontakt mit dem Anker steht und dessen anderes Ende sich durch die erwähnte Öffnung hindurch erstreckt, und mit einer Federeinrichtung, welche den Kolben in Kontakt mit dem Anker drückt, wodurch der Spalt zwischen dem Anker und den Elektromagneten einfach visuell durch Bezugnahme auf das Ende des sich durch den Spulenkörperteil erstreckenden Kolbens bestimmt werden kann.

20 6. Bremse nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß sie weiterhin Einrichtungen aufweist, um den magnetischen Sättigungswert zwischen den elektromagnetischen Einrichtungen (80, 82) und den Ankern (52, 54) zu reduzieren, die einen Steg (101) einschließen, der zwischen jedem der Anker (52, 54) und dem Spulenkörperteil (50) ausgebildet ist, um einen Luftspalt bereitzustellen, wenn die elektromagnetischen Einrichtungen unter Strom gesetzt sind.

30 7. Bremse nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Halterungselemente für die Bremsbacken bzw. -beläge (34, 36) eine Druckplatte (56) aufweisen, die aus einem nichtmagnetischen Material gebildet ist, wodurch die elektromagnetischen Einrichtungen unabhängig auf die inneren und äußeren Anker wirken.

---

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

---

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

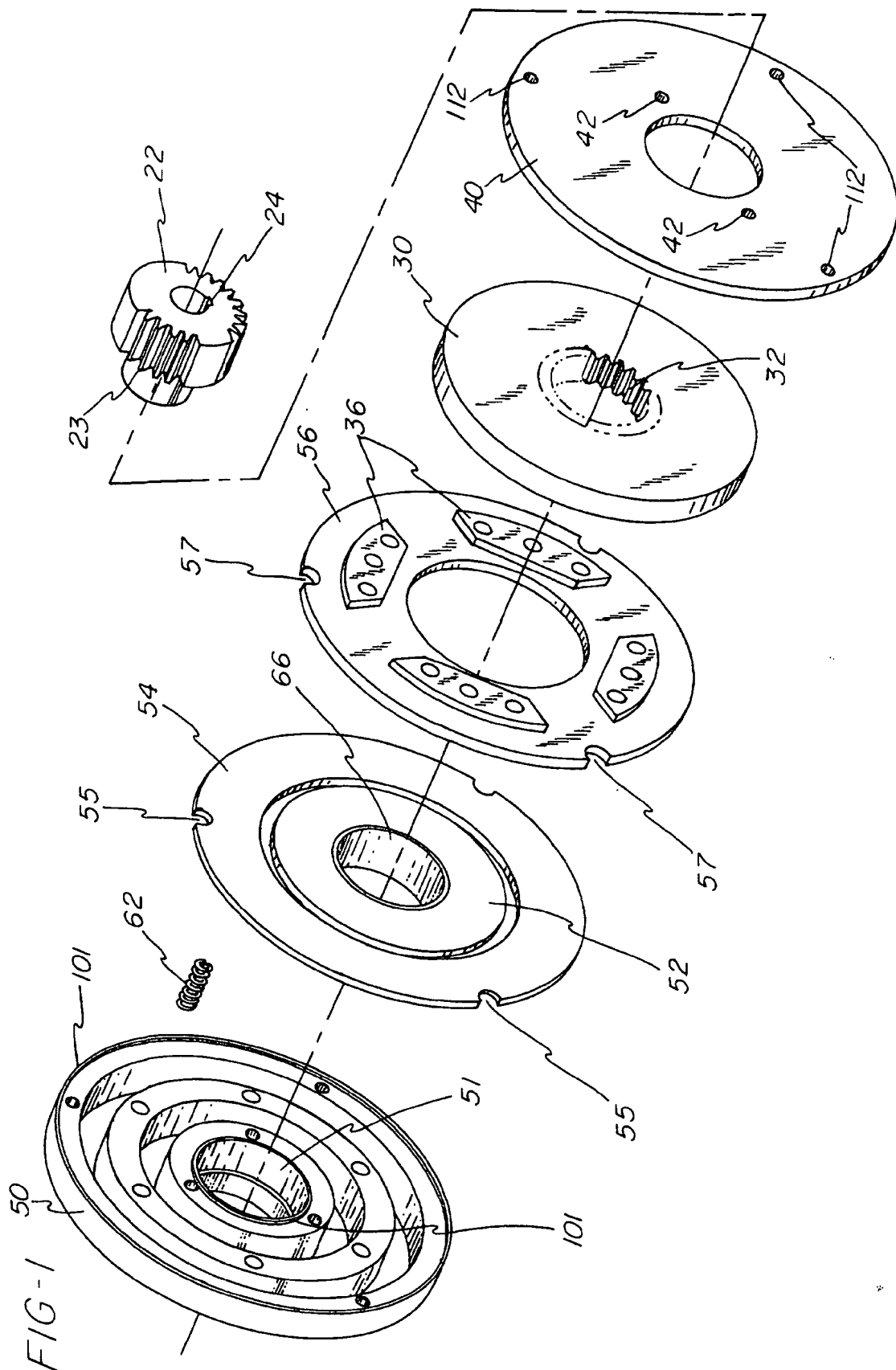




FIG - 2

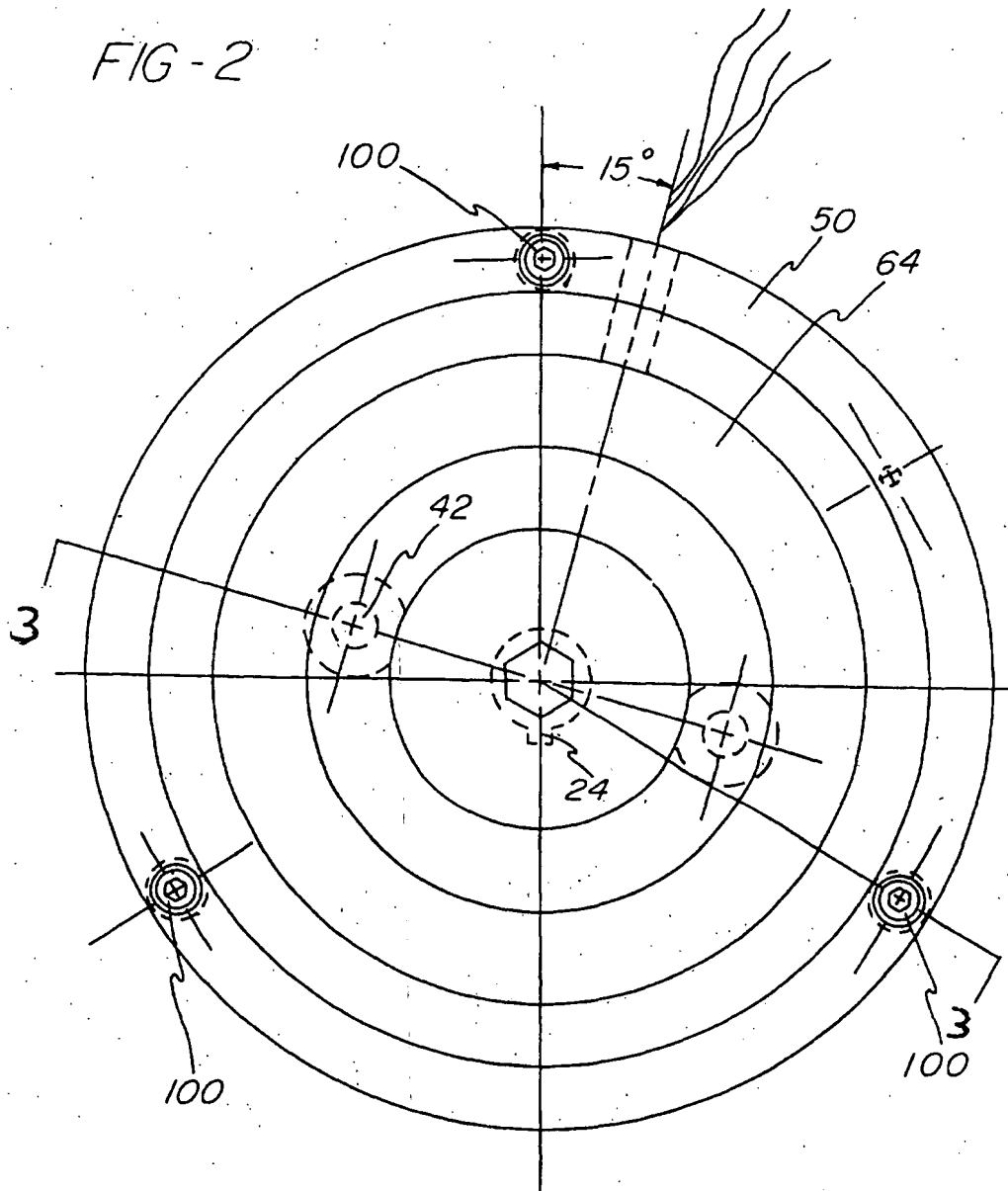


FIG - 3

